

JAKUB URBAŃSKI\*, PAWEŁ M. ROWIŃSKI\*\*

## Mobilność – o sukcesie programu stypendialnego Polskiej Akademii Nauk PASIFIC

Program PASIFIC – *Polish Academy of Sciences Innovations and Creativity* – to inicjatywa współfinansowana przez Program Ramowy Unii Europejskiej Horyzont 2020 w ramach działania Marii Skłodowskiej-Curie COFUND i ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki. Ogłoszony w 2020 roku konkurs stworzył przestrzeń na dwuletnie staże podoktorskie dla naukowców dowolnej narodowości i dyscypliny naukowej. Kandydaci otrzymali swobodę w wyborze właściwego instytutu Polskiej Akademii Nauk, przystającego do realizowanego przez nich obszaru badawczego, a także we wskazaniu opiekuna naukowego oraz sporządzeniu budżetu pozwalającego na realizację projektu. Kryteriami kwalifikacyjnymi był co najmniej stopień doktora lub czteroletnie równoważne doświadczenie badawcze w pełnym wymiarze czasu pracy i spełnienie zasady mobilności MSCA. Budżet PASIFIC przekracza 58 mln zł. Stypendyści mają zagwarantowane stypendia na bardzo konkurencyjnym poziomie oraz środki na prowadzenie badań. Chętnych do przyjazdu do Polski było nadzwyczaj wielu, ponieważ aplikowało 550 naukowców. Wnioski podlegały niezwykle rygorystycznej ocenie przez trzy odrębne panele, gromadzące 45 wybitnych uczonych. Każdy projekt podlegał ewaluacji 5 ekspertów i ocenie etycznej. Wyłonione osoby reprezentują 19 narodowości i 19 dyscyplin naukowych.

Cały program jest prowadzony pod okiem Rady Doradczej, reprezentowanej przez wybitnych uczonych w następującym składzie:

- 1) **Michał Misiurewicz** – profesor matematyki w Uniwersytecie Indiany w Indianapolis ze Stanów Zjednoczonych. Członek zagraniczny Polskiej Akademii Nauk. Jego główne obszary badawcze to nieliniowe układy dynamiczne i geometria fraktalna. Wniósł także znaczący wkład w dynamikę niskowymiarową, dynamikę kombinatoryczną oraz teorię obrotu.
- 2) **Jerzy Paszkowski** – wieloletni profesor Wydziału Biologii Roślin w Uniwersytecie Genewskim (2006–2013), prowadził też grupę badawczą w Laboratorium Sainsbury, należącym do Uniwersytetu Cambridge. Związany również z Wydziałem Gene-

---

\* Jakub Urbański (jakub.urbanski@pan.pl), Biuro ds. Doskonałości Naukowej PAN

\*\* Prof. dr hab. Paweł M. Rowiński (p.rowinski@igf.edu.pl), członek rzeczywisty PAN, Instytut Geofizyki PAN, koordynator programu PASIFIC

tyki na Uniwersytecie Cambridge. Znany z przełomowych odkryć w obszarach ukierunkowanej naprawy genów u roślin, wyciszania genów oraz międzypokoleniowego dziedziczenia epigenetycznego u roślin.

- 3) **Barbara Romanowicz** – profesor geofizyki, specjalizuje się w sejsmologii. Była wieloletnią dyrektorką Laboratorium Sejsmologicznego na Wydziale Nauk o Ziemi i Planetach w Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley (1991–2011). Członkini National Academy of Sciences w USA, Francuskiej Akademii Nauk oraz zagraniczna członkini Polskiej Akademii Nauk. Jest również członkinią Rady Naukowej Europejskiej Rady ds. Badań Naukowych ERC. Prof. Romanowicz zajmuje się głęboką strukturą Ziemi i dynamiką wnętrza Ziemi przy wykorzystaniu analizy i modelowania sejsmicznego, a od niedawna również wdrażaniem numerycznych obliczeń pola sejsmicznego w obrazowaniu sejsmicznym w skali kontynentalnej i globalnej.
- 4) **Oliver Jens Schmitt** – profesor historii Europy Południowo-Wschodniej w Uniwersytecie Wiedeńskim, członek rzeczywisty Austriackiej Akademii Nauk, stoi na czele Wydziału Nauk Humanistycznych i Społecznych tej Akademii. Jego główne obszary badawcze to faszyzm w Europie Wschodniej, społeczeństwa miejskie we wschodniej części basenu Morza Śródziemnego XIX wieku oraz społeczeństwo i polityka w późnym Imperium Osmańskim.

Po przeprowadzeniu dwóch naborów i zatrudnieniu 47 stypendystów znajdujemy się w komfortowym momencie na podsumowanie dotychczasowej aktywności, zarysowanie wybranych sylwetek naszych badaczy i spojrzenie na to, co czeka nas w najbliższych latach.

Zwycięskie projekty reprezentują wiele dyscyplin naukowych, ich rozkład między panelami, w ramach których dokonano oceny projektów, przedstawiamy poniżej:

#### 1. Nauki biologiczne (LS)

LS1	Podstawowe procesy życiowe na poziomie komórkowym: mechanizmy biologiczne, struktury i funkcje	1 projekt
LS5	Neurologia i choroby układu nerwowego	1 projekt
LS7	Zapobieganie, diagnostyka i leczenie chorób człowieka	3 projekty
LS8	Biologia środowiska, ekologia i ewolucja	3 projekty
LS9	Biotechnologia i inżynieria biosystemów	3 projekty

#### 2. Nauki ścisłe i inżynieryjne (PE)

PE2	Podstawowe składniki materii	2 projekty
PE3	Fizyka materii skondensowanej	4 projekty
PE5	Chemia i materiały syntetyczne	4 projekty

PE6	Informatyka i technologie informatyczne	1 projekt
PE8	Inżynieria procesów i produkcji	1 projekt
PE9	Astronomia i badania kosmiczne	1 projekt
PE10	Nauki o Ziemi	2 projekty
PE11	Inżynieria materiałowa	7 projektów

### 3. Nauki humanistyczne i społeczne (SH)

SH2	Instytucje, rządy i systemy prawne	1 projekt
SH3	Świat społeczny i jego różnorodność	4 projekty
SH4	Ludzki umysł i jego złożoność	1 projekt
SH5	Kultura i produkty kultury	2 projekty
SH6	Studia nad przeszłością	4 projekty
SH7	Mobilność, środowisko i przestrzeń	2 projekty

W dalszej części pracy omówimy wyniki wybranych projektów. Wybór jest oczywiście subiektywny i służy ilustracji różnorodności prowadzonych prac.

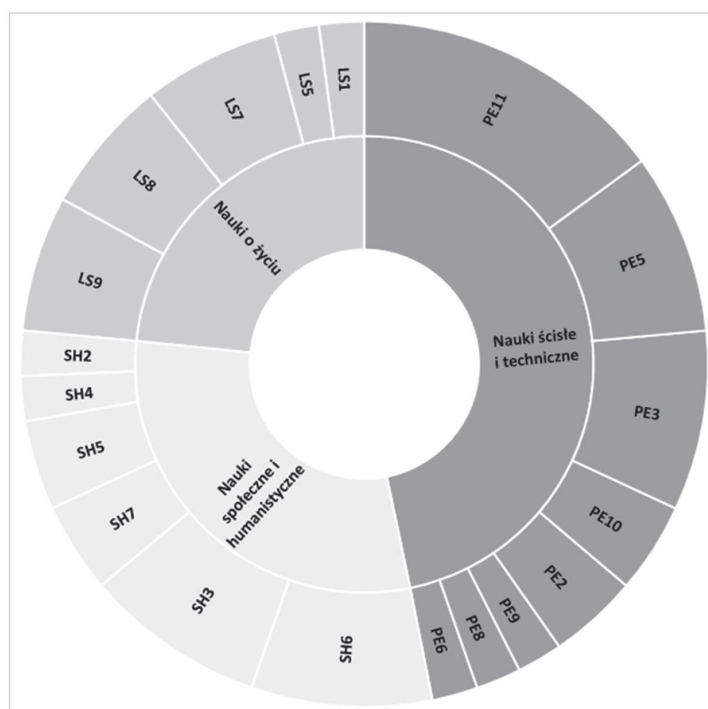


Ryc. 1. Narodowości stypendystów programu PASIFIC z uwzględnieniem ich liczności

### Surowce ze składowisk

Zapewnienie ludzkości niezbędnych surowców będzie jednym z największych wyzwań nadchodzącego stulecia. Nie sposób myśleć o sukcesie bez udziału surowców wtórnych, dlatego rozpoczniemy od projektu GeoReco, łotewskiego naukowca dr. Jurisa Burlakov-

sa z Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN. Stypendysta podkreśla rolę procesów przemysłowych opartych na odzysku zasobów do produkcji towarów zarówno w Unii Europejskiej, jak i na całym świecie. Jedno z rozwiązań stanowi *landfill mining* (LFM), czyli górnictwo składowiskowe. LFM tworzy ciąg procesów technologicznych pozwalających na odzyskiwanie surowców wraz z ich redystrybucją.



Ryc. 2. Rozkład poszczególnych dyscyplin w programie

To również redukcja zagrożenia dla zdrowia, kryjącego się na dawnych wysypiskach i składowiskach odpadów. GeoReco obejmuje badania eksperymentalne i terenowe skutkujące opracowaniem biomasy ze starych odpadów, mogącej posłużyć za funkcjonalny materiał budowlany, przyczyniając się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych uwalnianych z nagromadzonych odpadów i przedostających się do atmosfery. Umiejętne gospodarowanie odpadami pozwoli na jednoczesny odzysk surowców oraz produkcję wspomnianej biomasy. Badacz nie pomija zapobiegania dalszemu skażeniu dzięki odciekom substancji niebezpiecznych, dążąc do jak najskuteczniejszej regeneracji ekosystemu, rekultywacji, redukcji emisji i wytworzeniu nowego zasobu, który posłuży za teren przemysłowy, komercyjny lub teren zielony. To zupełnie nowe podejście i otwarcie nowego rynku, wykraczającego poza ideę *zero waste*.

### **Zrównoważona gospodarka leśna**

Pozostając w obszarze zasobów naturalnych, przyjrzymy się pracom Instytutu Dendrologii PAN, gdzie swój pobyt naukowy realizuje włoski stypendysta, dr Francesco Latterini. Jego projekt integruje zarówno ekologię, jak i inżynierię leśną w celu rozwoju zrównoważonej gospodarki leśnej w europejskich lasach bukowych i nosi nazwę Alm-SusFor.

Poócz bycia źródłem wyrobów drewnianych, obszary leśne zapewniają szereg podstawowych funkcji ekosystemowych, takich jak łagodzenie zmian klimatu, zapewnianie różnorodności biologicznej czy ochrony hydrologicznej. Jedynym sposobem, aby lasy funkcjonowały jako spójne ekosystemy, jest ich ochrona i znalezienie odpowiedniej równowagi między zapotrzebowaniem na produkty z drewna a koniecznością zachowania dobrego stanu ekosystemu leśnego. Jest to element *zrównoważonej gospodarki leśnej* – ZGL, która opiera się na trzech filarach, tj. gospodarce, środowisku i społeczeństwie. To także wdrażanie opłacalnych procedur (filar ekonomiczny) bez narażania ekosystemu leśnego (filar środowiskowy) i bezpieczeństwa pracowników leśnych (filar społeczny). Pierwszym krokiem do opracowania oraz wdrożenia najlepszych praktyk zarządzania (NPZ) jest zrozumienie i zmierzenie szkód powstających w ekosystemie leśnym. Biorąc pod uwagę powyższe, przeprowadzono szereg badań mających za zadanie ocenę i oszacowanie konsekwencji prac leśnych na glebę, pozostałości po wycince, odnowienie naturalne i różnorodność biologiczną. Większość z nich przebiegała w lasach iglastych ze względu na ich większą rangę gospodarczą. Jest jednak bardzo prawdopodobne, że zmiany klimatyczne będą silnie kształtować europejską gospodarkę leśną, powodując wzrost znaczenia rodzimych lasów liściastych, takich jak lasy bukowe.

Doktor Latterini koncentruje swoją pracę na fizyko-chemicznych i biologicznych cechach gleby, charakterze odnowienia naturalnego, wielkości uszkodzeń mechanicznych drzewostanów oraz na bioróżnorodności i łagodzeniu zmian klimatycznych. Porównując odmienne techniki i maszyny stosowane do pozyskiwania drewna, by zrozumieć skalę zaburzeń powodowanych przez różne systemy, stypendysta ustala ich słabe punkty. Zaplanowane badania umożliwią uzyskanie odpowiedzi na pytania, czy sposób prowadzenia działań leśnych w Puszczy Bukowej jest prawidłowy, czy istnieje system lepszy od innych pod względem zrównoważonego rozwoju, a także, czy jest jakiś szczególnie element ekosystemu leśnego, któremu forma prowadzenia zabiegów leśnych szczególnie przeszkadza. W ten sposób będzie można stworzyć solidną i wiarygodną podstawę do opracowania NPZ, specyficznych dla lasów bukowych z potencjalnym ustanowieniem rzeczywistych i skutecznych zrównoważonych operacji leśnych. Jednym z najważniejszych aspektów tych badań jest multidyscyplinarność. Na ogół bowiem inżynierowie leśnicy i ekolodzy wykonują swoje badania niezależnie, często nie biorąc pod uwagę siebie nawzajem. Nierzadko prowadzi to do wartościowych badań sektorowych,

lecz brak im kompleksowości. Tymczasem AlmSusFor spaja wiedzę dotyczącą operacji leśnych z wiedzą ekologiczną, co jest bardzo innowacyjnym podejściem (Latterini i in., 2023).

### **Filtr membranowy dla absorpcji CO<sub>2</sub>**

Nie jest tajemnicą, że w ciągu ostatnich dekad emisja dwutlenku węgla stale wzrasta w naszej atmosferze. W raporcie Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu IPCC zasugerowano, że w 2050 r. stężenie CO<sub>2</sub> osiągnie 685 ppm i przewiduje się jego dalszy wzrost w przyszłości, jeśli wykorzystywanie paliw kopalnych nie zostanie wstrzymane. Hodowla i rolnictwo, w tym wylesianie, hodowla zwierząt, uprawa roślin, pozyskiwanie drewna, nawadnianie i stosowanie nawozów, również skutkują emisją ogromnej ilości dwutlenku węgla (około 20%). Wśród pozostałych emisyjnych aktywności człowieka wyróżniają się używanie pojazdów mechanicznych, wytwarzanie energii czy korzystanie z chemicznych i petrochemicznych miejsc produkcji. Absorpcja CO<sub>2</sub> i zmniejszenie jego poziomu są jednakże wykonalne. Rozwój różnych technik adsorbowania CO<sub>2</sub> stale postępuje. Do nowoczesnych rozwiązań należą separacja membranowa, adsorpcja fizyczna i absorpcja. Separacja membranowa jest jedną z bardziej wydajnych technik adsorpcji/separacji CO<sub>2</sub> ze względu na niskie zużycie energii, łatwość uprzemysłowienia, wysokie korzyści ekonomiczne i wysoką wydajność. Zagadnieniem tym zajmuje się dr Ajitanshu Vedrtam z Indii, pomysłodawca projektu ZIF-X-CARBON. Dr Vedrtam pracuje w Instytucie Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN. Stypendysta opracowuje filtr membranowy, absorbujący CO<sub>2</sub> z gazów spalinowych. Jego membrana o mieszanym matrycy została przygotowana przy użyciu bielonej celulozy siarczanowej i szkieletu metaloorganicznego (MOF), takiego jak ZIF-8 (zeolityowy szkielet imidazolowy) (Kalauni i in., 2022).

### **Ocalić od zapomnienia – wpływy francuskie na architekturę obronną w Polsce i Litwie**

Kiedy dziedzictwo obronne utraciło swoje pierwotne przeznaczenie, część budowli na ziemiach polsko-litewskich została zaadaptowana do nowych funkcji, jednak w większości przypadków było porzucane i ulegało degradacji. Stały za tym brak funduszy, niewygodne planowanie przestrzeni do nowych zastosowań i odległe lokalizacje. Obecnie znajduje się w stanie rozkładu, lecz można je jeszcze uratować przez odnalezienie początków i analizę w szerszym, europejskim kontekście architektonicznym.

Kolejny projekt koncentruje się na architekturze obronnej renesansu – polsko-litewskim dziedzictwie kulturowym XVII wieku. Kieruje nim ukraińska naukowczyni, dr Olha Tikhonova, pracująca w Instytucie Historii im. Tadeusza Manteuffla PAN, laureatka nagrody za najlepszy pełny referat na konferencji FORTMED 2023. Wykorzystana

nazwa pomysłu badawczego, Perret&Poland, to bezpośrednio odwołanie do francuskiego architekta Jacquesa Perreta. Doktor Tikhonova bada jego wpływ na pomysły projektowe Józefa Naronowicza-Narońskiego, autora najbardziej wpływowego, pierwszego polskiego traktatu o architekturze obronnej. Stypendystka przypuszcza, iż nastąpiło to za pośrednictwem architekta Jana Wolffa. Niewiele wiadomo o francuskich wpływach na architekturę obronną w Polsce i na Litwie. Aspiracją Perret&Poland jest unaocznienie podobieństw między różniącymi się od siebie państwami europejskimi. Naukowcy nie chcą udowodnić, iż wymiana wiedzy i praktyk nie była rzadkim zjawiskiem w przeszłości.

Pomysły Perreta winny zyskać większą rozpoznawalność. Do tej pory znane są tylko dwa przykłady cytowań wśród osób badających zamki bastionowe. Jednym z nich jest włoska Villa Caprarola, a drugim projekt zamku bastionowego w Zbarażu na Ukrainie, opisany w traktacie Vincenzo Scamozziego *L'Idea della Architettura Universale*. Ze względu na ograniczony dostęp do źródeł panuje powszechne przekonanie, że te dwa modele były przykładami dla zamków warownych w Polsce i na Litwie. Żaden inny traktat, poza traktatem Perreta, nie przedstawia modeli podobnych do zamków bastionowych w Podhircach i Zbarażu.

Przyjęta metodologia badawcza opiera się na strategii łączonej, inkorporując metody interpretacyjno-historyczne i jakościowe. Projekt historyczny zapewnia analizę i syntezę gromadzenia materiałów bibliograficznych i archiwalnych w dwóch tematach: dowody pracy Perreta w Polsce (kopie stron traktatu Perreta w polskich i ukraińskich archiwach, inne powiązane materiały archiwalne) oraz dokumentacja zbudowanych przykładów zgodnych z modelami Perreta (rysunki, fotografie, mapy i katastry). Komponent jakościowy opiera się na typomorfologicznym porównaniu modeli Perreta i zbudowanych przykładów. Badania te mogą być również znamienne dla teorii architektury wykładowanej w szkołach architektonicznych, do pisania prac semestralnych i przygotowywania przewodników na temat fortyfikacji na dawnych ziemiach polskich, a wyniki wykorzystane do znalezienia relacji między Polską a Francją, by stworzyć wspólne szlaki kulturowe dla rozwoju regionalnego przez współpracę międzynarodową (Tikhonowa, 2022).

### **Nowe możliwości diagnostyczne w retinopatii cukrzycowej**

Projekt RBP3 Imaging jest realizowany w Instytucie Chemii Fizycznej PAN przez indyjską badaczkę, dr Vineetę Kaushik i dotyczy retinopatii cukrzycowej. To najczęstsza choroba oczu u osób w wieku produkcyjnym. Wczesna faza zwykle nie daje objawów. Na późniejszym etapie choroby naczynia krwionośne siatkówki zaczynają krwawić do ciała szklistego, a oko wypełnia się żelowym, płynnym materiałem. Przy uszkodzeniu naczyń krwionośnych zwiększa się ryzyko ich puchnięcia i przeciekania, co powoduje niewyraźne widzenie lub zatrzymanie przepływu krwi. Rosnąca częstość występowania

cukrzycy typu 1 i typu 2 spowodowała znaczny wzrost chorób narządu wzroku u dzieci i młodzieży. Według danych statystycznych na całym świecie występowanie retinopatii cukrzycowej u młodzieży było stosunkowo wysokie w Australii i Stanach Zjednoczonych, 41–42%, a w ośrodkach europejskich jeszcze bardziej podwyższone (46%). Obecnie, jeśli najbardziej epidemiczną chorobą, z którą mamy do czynienia, jest cukrzyca w młodej populacji, to będzie ona jednym z filarów kolejnego pokolenia. Zatem w przypadku retinopatii cukrzycowej (RC) i innych chorób wzroku konieczne jest skomplikowane leczenie. Jest kilka metod: terapia laserowa, usunięcie całej lub części ciała szklistego (witrektomia) oraz podawanie leków zwanych VEGF inhibitorami. Istniejące drogi postępowania względem RC są raczej inwazyjne, stosowane głównie przy zaawansowanych stadiach choroby, ponieważ ludzie nie są świadomi, że zmiany właściwości widzenia mogą być spowodowane RC, a brak wczesnej świadomości prowadzi do różnych poważnych skutków ubocznych (utrata wzroku, ciemny lub pusty obszar w polu widzenia, niewyraźne widzenie). Dlatego potrzebne są nowe metody diagnostyczne, które pozwoliłyby na rozpoznanie początkowych stadiów tego powikłania cukrzycowego.

RBP3 Imaging zmierza ku opracowaniu wczesnej i nieinwazyjnej diagnostyki RC poprzez monitorowanie poziomu białka wiążącego retinol 3 (BWR3) za pomocą mikroskopii dwufotonowej. Jednym z możliwych biomarkerów, który ostatnio został powiązany z RC, jest białko zwane BWR3, niezbędne w transporcie ważnych małych cząsteczek pochodzących z witaminy A, które dostają się do organizmu z naszej diety poprzez jedzenie marchwi i innych pokarmów bogatych w witaminę A. Podobnie jak w przypadku innych biomarkerów, stosowana technologia wymagałaby ekstrakcji próbki do analizy. Jednak postępy w obrazowaniu funkcjonalnym oraz rozwój produkcji laserów pozwalają obecnie na bezpieczne śledzenie zmian metabolicznych na poziomie pojedynczych komórek za pomocą technologii *in situ*, nazwanej dwufotonową fluorescencją wzbudzeniową (DFW). Dr Kaushik dąży do wykrywania poziomu BWR3 za pomocą fluorescencyjnie znakowanych ligandów przy zachowaniu nienaruszonej struktury i funkcji białka. By to osiągnąć, przesiewa wiązania fluorescencyjnego liganda z białkiem w warunkach *in vitro*. Zbadawszy kompleks białko-ligand, stosuje się model myszy celem zbadania wiązania liganda fluorescencyjnego *in vivo* z białkiem BWR3. Po wstrzyknięciu ligandów fluorescencyjnych u myszy cukrzycowych możliwe jest sprawdzenie poziomu białka BWR3 od bardzo wczesnego stadium cukrzycy w różnych punktach czasowych w porównaniu z myszami kontrolnymi za pomocą mikroskopii dwufotonowej. Dr Vineeta Kaushik zajęła pierwsze miejsce podczas konferencji iNEXT Discovery 2023 (*Experimental and computational aspects of Structural Chemistry and Biology*) w Budapeszcie za najlepszy poster naukowy. Poster nosił tytuł *Structural elucidation of Retinol binding protein 3: One step closer to unfolding the effect of ligands on the conformation of the protein*.



### **Optymalizacja terapii glioblastomy za pomocą transkryptomiki o przestrzennej rozdzielczości**

Glioblastoma (GBM) jest najczęstszym, agresywnym, najbardziej śmiertelnym i nieuleczalnym guzem mózgu. Pacjenci przeżywają jedynie 15–16 miesięcy, mimo stosowania dostępnych terapii multimodalnych, w tym neurochirurgii, radioterapii i chemioterapii. Nie dziwi więc pilna potrzeba poszukiwania nowych, bardziej skutecznych metod leczenia. Złożone mikrośrodowisko GBM składa się z heterogennych komórek, nieskutecznych komórek odpornościowych i nieprawidłowych naczyń krwionośnych. Komórki nowotworowe wykorzystują inne komórki, by rosnąć, dzielić się w sposób niekontrolowany i przetrwać dzięki unikaniu systemu odpornościowego i oporności na leki. Od wielu lat badacze próbują zrozumieć te interakcje, odpowiedzieć na pytanie, co i gdzie się dzieje. Bez pełnego zrozumienia wzajemnych interakcji między komórkami, opracowanie lekarstwa lub terapii jest niemożliwe. Tradycyjnie do badania architektury przestrzennej wykorzystywano immunohistochemię, jednak jest ona ograniczona do badania aktywności tylko kilku genów jednocześnie. W ostatnich latach technologia badania pojedynczych komórek zrewolucjonizowała profilowanie molekularne guzów w niespotykany dotąd sposób. Jednak tego typu technika wymaga rozdzielenia tkanek i segregacji komórek, co prowadzi do utraty ich kontekstu przestrzennego. Wraz z pojawieniem się platformy transkryptomiki przestrzennej, naukowcy mogą teraz szczegółowo badać poszczególne komórki pod kątem tego, gdzie się znajdują i z czym wchodzi w interakcje w nowotworze.

Dr Mitrajit Ghosh, zatrudniony w Instytucie Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN, widzi w transkryptomice przestrzennej potężne narzędzie do badania mikrośrodowiska nowotworu. Łączy ona obrazowanie o wysokiej wydajności z technologią sekwencjonowania, w celu ujawnienia skomplikowanych szczegółów dotyczących heterogeniczności komórek i interakcji z guzem. Platforma transkryptomiki przestrzennej Visium firmy 10x Genomics wykorzystuje przestrzennie kodowane mikromacierze oligonukleotydowe do obiektywnego mapowania transkryptów w przekrojach tkanek. Technika jest coraz bardziej popularna przy rozszyfrowywaniu złożoności mikrośrodowiska guza, ponieważ pokonuje ograniczenie niskiej wydajności i uzupełnia sekwencjonowanie RNA pojedynczych komórek w celu mapowania rzadkich i heterogenicznych typów komórek w tkankach guza. W 2020 roku metoda transkryptomiki przestrzennej została również wybrana do nagrody „Metoda Roku”, przyznawanej przez „Nature Methods”, dołączając do innych potężnych technik, takich jak optogenetyka, mikroskopia świetlna, organoidy i transkryptomika pojedynczych komórek.

Mikrośrodowisko guza mózgu charakteryzuje się obecnością wielu komórek odpornościowych i komórek zrębowych, które z czasem wchodzi w interakcje z naczyniami, macierzą pozakomórkową lub innymi komórkami. Położenie, bliskość i interakcje komó-

rek są kluczowe w procesie określania celów terapeutycznych. Transkryptomika przestrzenna w połączeniu z immunohistochemią multipleksową i sekwencjonowaniem pojedynczych komórek może ujawnić całościowy obraz wzrostu, rozprzestrzeniania się i oporności guza. Kilka znanych genów może być zlokalizowanych w tkance, a ich lokalizacja określi ich funkcjonalność w kontekście guza. Na mapie przestrzennej mogą zostać uwidocznione nawet nowe lub rzadkie geny, co pomoże zrozumieć ich regulację i współdziałanie w kształtowaniu mikrośrodowiska guza.

Wraz ze wzrostem liczby zachorowań na raka na całym świecie, immunoterapia oparta na komórkach stała się obiecującym rozwiązaniem w leczeniu nowotworów. W tej metodzie komórki odpornościowe gospodarza, głównie limfocyty T CD8<sup>+</sup>, cieszące się jak dotąd największą popularnością, są genetycznie modyfikowane, by zwalczały i eliminowały komórki nowotworowe. Poprawia się także efektywność ich specyficznego działania. Jednak w przypadku GBM, jako jednego z najbardziej agresywnych guzów litych o złożonym mikrośrodowisku, na ogół immunoterapia w badaniach klinicznych kończy się fiaskiem. Wynika to z różnorodnej komunikacji komórkowej w niszy GBM, która może prowadzić do immunosupresji lub unikania immunoterapii. W celu przezwyciężenia oporności na immunoterapię, transkryptomika przestrzenna może pomóc zlokalizować interakcje między komórkami w rdzeniu guza i na jego obrzeżach, zidentyfikować heterogeniczność komórek i poprawić typowanie molekularne nowotworu.

W związku z powyższym, badania integrują technologię multiomiczną i obrazowanie przyżyciowe w celu zdefiniowania sieci oddziaływań komórkowych i subkomórkowych w guzie. Praca w projekcie OverGBM ma potencjał, aby w bezprecedensowy sposób zmienić badania immuno-onkologiczne poprzez rozszyfrowanie przestrzennej lokalizacji komórek i ich funkcji. Analiza pojedynczych komórek zrewolucjonizowała zrozumienie szczegółów pojedynczej komórki w kontekście choroby, jednak głównym ograniczeniem była utrata kontekstu przestrzennego komórki w tkance. Obecnie, łącząc transkryptomikę przestrzenną z sekwencjonowaniem pojedynczych komórek, można badać nie tylko poszczególne komórki w tkance, ale również to, jak ich interakcje z sąsiadami są modulowane w progresji choroby, jak zmienia się ich bezpośrednie otoczenie, czy też jak terapia wpływa na interakcje między komórkami. Tym samym otwiera się nowy wymiar do zrozumienia komunikacji międzykomórkowej. Obecnym ograniczeniem tej techniki jest osiągnięcie rozdzielczości komórkowej w skali pojedynczej komórki oraz interpretacja danych przy użyciu narzędzi bioinformatycznych. Standaryzacja tych parametrów znacznie zwiększyłaby jej możliwości. Wstępne badania ujawniły niezwykle heterogeniczność komórek w tkance nowotworowej, a analiza transkryptomiki przestrzennej służy jako doskonałe narzędzie do definiowania mikrośrodowiska guza przez zrozumienie ekspresji i lokalizacji każdej komórki, co może przyczynić się do lepszego zrozumienia i lepszej skuteczności terapii immunologicznej (Ghosh i in., 2022).

### **Nie tak wieczna zmarzlina**

Mówiąc o zmianach klimatycznych, nie sposób pominąć emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Jednym z nich jest metan ( $\text{CH}_4$ ). Szacuje się, że jego rosnące stężenie powoduje przynajmniej 25% wszystkich zachodzących przemian. Gdzie zatem poszukiwać efektywnych rozwiązań i prognozyki? Odpowiedzią jest Arktyka i wieloletnia zmarzlina.

Projekt METVISARC dr. Macieja Bartosiewicza, pracującego w Instytucie Geofizyki PAN, realizowany jest we współpracy z naukowcami z Polskiej Stacji Polarnej na Svalbardzie IGF PAN i skupia się na strefach erozji wieloletniej zmarzliny, badaniu lodowców oraz procesów zachodzących na ich obrzeżach. Lodowce kryją pod sobą znaczną ilość osadów organicznych, stanowiąc pożywienie dla znajdujących się tam beztlenowych mikroorganizmów, wytwarzających tym samym metan, który podlega późniejszemu utlenieniu do dwutlenku węgla poprzez metanotroficzne grupy bakterii. Szacuje się, iż utlenieniu podlega do 90% metanu powstającego w osadach. Istotnym jest jednak czas oraz miejsce. Zbyt szybki transport nie pozwoli na biologiczne utlenienie i metan zostanie uwolniony do środowiska. Z czasem wieloletnia zmarzlina, bądź jej krawędzie mogą obfitować w powstające bańki gazu (tzw. hot spoty), przedostające się do atmosfery z pominięciem utlenienia. Ewentualne klatraty metanu pod powierzchnią lodu to ryzyko ich aktywacji i gwałtownego wzrostu emisji. Miejsce prowadzenia badań jest szczególnie korzystne ze względu na lodowce na różnym etapie rozwoju.

Podczas pierwszego roku METVISARC skupiał się między innymi na wykrywaniu wspomnianych hot spotów przy wykorzystaniu czujników laserowych. Z uwagi na swój niewielki rozmiar czujniki mogą pracować na dronie, umożliwiając pomiar emisji metanu i dokładne mapowanie w obszarach, gdzie inne rozwiązania nie byłyby wykonalne. Podczas pierwszej wyprawy w ramach projektu scharakteryzowano podwodne osady w Hornsundzie, przewiercając się przez dwumetrową warstwę lodu. Stwierdzono, iż w zimie  $\text{CH}_4$  nie gromadzi się pod lodem w pokaźnych ilościach oraz  $\text{CH}_4$  produkowany i uwalniany na obrzeżach wiecznej (teraz zwykle nazywanej wieloletnią) zmarzliny Hornsundu jest pochodzenia biogenicznego. Kolejna wyprawa pozwoliła zespołowi projektowemu zmapować poziomy stężenia metanu w 20 lokalizacjach. Badacze wykazali, że rzeki lodowcowe, jeziora termokrasowe i płytkie, tundrowe zbiorniki wodne to najbardziej istotne źródło metanu obrzeży wiecznej zmarzliny Hornsund. Odnotowano także, iż stężenie gazu w jeziorach polodowcowych w obrębie obrzeży wiecznej zmarzliny jest zmienne i zależy od połączenia z lodowcem. Pośród stagnujących wód słodkich na badanym obrzeżu wiecznej zmarzliny tundrowe zbiorniki wodne jawią się jako wysokoemisyjne źródło  $\text{CH}_4$ , jednak sama produkcja  $\text{CH}_4$  związana jest bardziej z degradacją biologicznie transportowanej materii organicznej (np. ptasich odchodów), pochodzącej z kriosfery (Bartosiewicz i in. 2023). Znaczące stężenia metanu zarejestrowano nie-

opodal Polskiej Stacji Polarnej, w bliskiej odległości od lodowca Hansbreen. Zespół podejrzewa, że odpowiada za to wytapianie się na lądzie bocznej odnogi lodowca, co objawia się produkcją gazu i jego przedostawaniem do wód podziemnych.

Praca dr. Bartosiewicza ma również skutkować wizualizacją emisji w czasie rzeczywistym oraz w zmiennych warunkach pogodowych. Pomoże w tym kamera hyperspektralna, uwidaczniająca  $\text{CH}_4$ . Myśląc przyszłościowo, jest wysoce prawdopodobnym, że zaprojektowane zostaną filtry wychwytyjące  $\text{CH}_4$  z powietrza, jednak obecnym wyzwaniem pozostaje stworzenie skrzętnego rejestru hot spotów na całym świecie.

### **Efekty polaryzacyjne w rozpraszaniu przy wysokich energiach**

POPSICLE to projekt realizowany w Instytucie Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk przez amerykańskiego naukowca, dr. Richarda Ruiza, który dąży do zrozumienia rozpraszania bozonów wektorowych i wykorzystania ich w celu badania Nowej Fizyki w Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC). Projekt wybiega również w przyszłość, pozwalając na wykorzystanie jego wyników po także po modernizacji LHC, co pozwoli na pracę przy wyższej świetlistości oraz w innych planowanych wysokoenergetycznych eksperymentach w zderzaczach cząstek. Pełny tytuł projektu to *Polarization of Precision Scattering in Colliders with Large Energies*.

Stypendysta PASIFIC podzielił swój dwuletni pobyt badawczy na cztery etapy. Krok pierwszy to ponowna analiza formalizmu teoretycznego, prowadząca do rozproszenia niespolaryzowanych cząstek na poziomie niewiodącego rzędu rachunku zaburzeń chromodynamiki kwantowej. Kolejny etap obejmuje prace w dostępnym publicznie (*open source*) generatorze zdarzeń o nazwie Monte Carlo MadGraph, skutkujące powstaniem narzędzia do modelowania procesów fizycznych w akceleratorze cząstek. Faza trzecia zakłada wykorzystanie nowego narzędzia do wykonania pomiarów polaryzacji zderzeń w LHC zgodnie z modelem standardowym. Badanie potencjalnie zwiększonej czułości na Nową Fizykę w LHC jest krokiem ostatnim.

Pierwszy rok dowiódł, iż projekt jest znaczącym sukcesem. POPSICLE zaowocował siedmioma publikacjami w istotnych czasopismach publikowanych w otwartym dostępie (Butterworth i in., 2023; Duwentäster i in., 2022; Franzosi i in., 2022; Muzakka i in., 2022; Ruiz i in., 2022; Verhaaren i in., 2022).

Co więcej, stypendysta udostępnił pakiet symulacyjny z otwartym kodem źródłowym MadGraph5\_aMC@NLO, który jest obecnie ważnym narzędziem do modelowania procesów fizycznych w LHC. Największym dotychczasowym osiągnięciem dr. Ruiza była publikacja (Ruiz i in. 2022) w *Journal of High Energy Physics*. Pozwoliła ona rozwiązać niemal trzydziestoletnią zagadkę. Przypuszczano bowiem, że przy wystarczająco wysokich energiach rozpraszania, rozpraszanie bozonów W i Z w zderzeniach protonów (na przykład w procesie rozpraszania bozonów wektorowych) można modelować w taki spo-

sób, jak gdyby proton zawierał niewielką liczbę bozonów  $W$  i  $Z$ . Oznaczałoby to, że w niewielkim stopniu proton składa się z bozonów  $W$  i  $Z$ , jednak takie podejście przynosiło do tej pory sprzeczne wyniki, zarówno pod kątem jakościowym, jak i ilościowym. To właśnie podejście, w połączeniu z ograniczonymi możliwościami obliczeniowymi w latach 80. i 90. ubiegłego wieku, tworzyły wspomnianą zagadkę. Biorąc pod uwagę polaryzację skrętności bozonów  $W$  i  $Z$  – dodatnią, ujemną i podłużną – badacz opracował kryteria umożliwiające pomyślnie wdrożenie powyższego podejścia. Stypendysta PASIFIC stwierdził, iż niezmiennicza masa układu bozonów elektroślabych podczas rozpraszania bozonów wektorowych musi być co najmniej o rząd wielkości większa od mas bozonów  $W$  i  $Z$ . Spełniwszy to kryterium, całkowity przekrój czynny i kształty rozkładów kinematycznych, przewidywane przy pomocy pełnych, nieprzybliżonych elementów macierzowych, zgadzały się z obliczeniami uwzględniającymi tzw. *Efektywne Przybliżenie  $W$* . Dzięki temu numeryczne rozwinięcie elementów macierzowych, wymagające znacznych zasobów obliczeniowych, może zostać odtworzone i wyraźnie uproszczone stosując *Efektywne Przybliżenie  $W$* . Oprócz tego pierwotny formalizm został wdrożony do pakietu symulacyjnego MadGraph5\_aMC@NLO, tym samym automatyzując obliczenia (*Efektywnego Przybliżenia  $W$* ) w teorii perturbacji najniższego rzędu dla zderzeń leptonów przy wysokich energiach. Praca zawiera również wiele wyników ilościowych i badań kontrolnych.

W trakcie drugiego roku pobytu badawczego w IFJ PAN dr Richard Ruiz finalizuje założenia projektowe, ściśle współpracując z naukowcami swojego instytutu goszczącego.

### ***Networking***

Powyższe, to oczywiście tylko fragmentaryczne ujęcie działań podejmowanych przez stypendystów PASIFIC. Nie mniej istotną kwestią było stworzenie otwartego i zintegrowanego środowiska wśród samych naukowców, stąd organizacja wydarzeń networkingowych, także dla rodzin naszych badaczy. Spotkania miały charakter poznawczy, budujące poczucie przynależności do „rodziny” PASIFIC. Do tej pory odbyły się w Jabłonie, Pałacu Staszica i Powsinie. Oprócz tematycznych spacerów i wspólnych aktywności, stypendyści mieli okazję zagłębić się w elementy polskiej kultury. Program przewidywał wydarzenia z sektorem akademickim, co zaowocowało dniem spędzonym wspólnie z członkami Akademii Młodych Uczonych PAN. Uczestnicy zaprezentowali własne projekty, wzięli udział w dyskusji oraz wysłuchali cennych przemówień laureatów grantów Europejskiej Rady ds. Badań Naukowych ERC. Odbiór wydarzeń pozostaje niezmiennie dobry i stanowi fantastyczny przerwany w codziennej pracy w instytutach PAN.



Ryc. 3. Spotkanie networkingowe w Powsinie, 30 czerwca 2023 r.



Ryc. 4. Spotkanie networkingowe w Pałacu Staszica ze środowiskiem naukowym i AMU, 25 września 2023 r.

### **Szkolenia, upowszechnianie wyników badań oraz ocena pobytów badawczych**

Obok podtrzymywania kontaktów, organizacja szkoleń jest niezbywalną częścią programu. Ich założenie to podnoszenie kompetencji stypendystów w sposób, który będzie mieć zastosowanie nie tylko podczas prowadzenia badań, ale również wzmocni ich pozycję na rynku pracy. Do udziału zapraszane są też osoby nieprzynależące do PASIFIC. Najczęściej ze szkoleń organizowanych w ramach programu PASIFIC korzystają pracownicy instytutów PAN, a jednym z celów programu jest również zwiększenie różnych kompetencji pracowników instytutów. Dotychczas uczestnicy mogli poszerzyć swoją wiedzę w obszarze Open Science, finansowania badań naukowych w Polsce

i Europie, upowszechniania wyników badań, ich komercjalizacji, metod wizualizacji danych, wykorzystywania języka angielskiego w dyskursie akademickim i efektywnego zarządzania projektem naukowym.

Rezultaty badań zaowocowały do tej pory dwudziestoma publikacjami w czasopiśmie naukowych oraz licznymi wystąpieniami konferencyjnymi. Oczywiście jest zbyt wcześnie, aby oceniać rezultaty naukowe – zapewne najistotniejsze publikacje ukażą się dopiero po zakończeniu badań prowadzonych w ramach programu, zatem z ostateczną oceną będziemy musieli poczekać.

Zważywszy na istotność podejmowanych działań, nasi badacze nie mogą pozostawać anonimowi. Otrzymują więc możliwości wzięcia udziału w inicjatywach popularyzatorskich. W 2022 i 2023 roku ich sylwetki pojawiały się w Radiu Naukowym, Radiu Pałac, podcaście Nauka. To lubię, „Gazecie Wyborczej” na stronie Crazy Nauka i mediach społecznościowych Polskiej Akademii Nauk. Stypendystów nie zabrakło podczas trzeciej edycji Innovatorium Łukasiewicza, największym wydarzeniu dla sektora badawczo-rozwojowego R&D, gdzie współtworzyli panel dyskusyjny *The Healthcare Innovations* (Innowacje w Medycynie) z naukowcami z Sieci Badawczej Łukasiewicza. Poszczególne instytuty goszczące w Polskiej Akademii Nauk prowadzą wykłady otwarte, z kolei sami badacze dołączali do Nocy Biologów, Festiwalu Nauki, Szkolnych Warsztatów Astronomicznych, wydarzeń koordynowanych przez Centrum Nauki Kopernik, Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych UW, *Forest Movement Europe*, Uniwersytet w Tuscia, czy Bauhaus-Universität Weimar. 26 października miało miejsce spotkanie dla licealistów i mieszkańców Warszawy o nazwie Academy Smart Talks, podczas którego publiczność poznała ośmioro badaczy PASIFIC, reprezentujących siedem dziedzin naukowych. Mówcy podzielili się swoimi inspiracjami, bieżącymi wyzwaniem i opowiedzieli o ścieżce kariery naukowej. Zapowiedź Academy Smart Talks pojawiła się między innymi w Polskim Radiu. Pod koniec roku światło dzienne ujrzą materiały wideo dotyczące wyników badań stypendystów.

Uczestnicy programu zostali zapytani, jak oceniają swoje pobyty badawcze i współpracę z instytucjami goszczącymi. Powszechnym komentarzem było zadowolenie z możliwości „mobilnościowych”, wyjazdów na konferencje i prowadzenia prac terenowych. Podkreślane były też poznawanie innych specjalistów oraz duża niezależność. PASIFIC jest też odbierany jako dobry start karier naukowych stypendystów. Zwracano jednak uwagę na zawiłą biurokrację i długi proces oczekiwania na pozytywne rozpatrzenie wniosków wizowych. Opiekunowie naukowcy stwierdzili niemal jednogłośnie, iż długość pojedynczego pobytu powinna zostać wydłużona z dwóch do co najmniej trzech lat, ponieważ pozwoliłoby to na bardziej eksperymentalne i jeszcze ambitniejsze rozwiązania. Ta uwaga odnosiła się do przyszłości, tj. niepoprzedzeniu na dwóch naborach, do czego będziemy dążyć. Dostrzegany jest wyraźny rozwój osobisty stypendystów, ponie-

waż poznają szczegóły związane z kierowaniem projektem badawczym, jego administrowaniem i dysponują powierzonym budżetem. Wśród opiekunów pojawił się pomysł wprowadzenia kursów języka polskiego dla obcojęzycznych naukowców i obowiązku zdania egzaminu przez zakończeniem swojego pobytu. Mogłoby to zachęcić ich do pozostania w Polsce dzięki częściowemu ustąpieniu barier komunikacyjnych, a to z pewnością wpłynęłoby na lepszy odbiór społeczny. Rozwinęły się też same Instytuty pod względem wyposażeniowym, natomiast zatrudnienie w nich osób niepolskojęzycznych wiązało się z wprowadzeniem wielu usprawnień w działach pozanaukowych.

Warto podkreślić też inne cele, które są realizowane w ramach programu PASIFIC. Powstało wiele grup roboczych, pozwalających nie tylko na zwiększenie kompetencji stypendystów, ale również administracji instytutów PAN. Na uwagę zasługują chociażby regularne spotkania głównych księgowych instytutów; odpowiedzialne osoby dyskutują o sposobach zdobycia lub utrzymania prestiżowego logo *HSR4R*, w tym również wdrażania zasad Europejskiej Karty Naukowca i Kodeksu Postępowania przy rekrutacji pracowników naukowych. Logo *HSR4R* jest nadawane przez Komisję Europejską instytucjom, które wdrażają strategię na rzecz zwiększania atrakcyjności warunków pracy i rozwoju kariery pracowników naukowych (The Human Resources Strategy for Researchers – *HRS4R*). Warto nadmienić, że warunkiem uczestnictwa w programie PASIFIC było posiadanie lub wystąpienie przez instytut goszczący o takie logo.

Obecna sytuacja ekonomiczna i wydarzenia geopolityczne musiały nie wpłynąć na podejmowane przez nas decyzje. Kilkoro stypendystów otwarcie wyraziło swoje obawy związane z bezpieczeństwem Polski i zdecydowało się na rezygnację z programu. Inflacja oraz słabnąca pozycja złotówki przyczyniły się do zawężenia budżetów naukowców, ponieważ obowiązujący kurs euro jest określony przez regulamin konkursu. Koniecznym więc stało się wprowadzenie uaktualnionego przelicznika, który nie wymuszałyby ograniczania wydatków w każdym z projektów. Konsekwencją były konsultacje z Oficem Projektowym i zakończyły się powodzeniem.

Rozpoczęły się również prace nad kolejną edycją programu. Jest to zadanie niełatwe, ale wraz z nabytym doświadczeniem chcemy rozszerzyć zasięg PASIFIC o dodatkowe jednostki badawcze we współpracy z Polską Akademią Nauk – zarówno krajowe, jak i spoza Polski. Mogłoby się to wiązać ze wzrostem atrakcyjności konkursu dla osób aplikujących, a także zwiększeniem jego rozpoznawalności. Mając na uwadze odpływ rodzimych specjalistów, naszą odpowiedzią powinno być pozyskiwanie wykwalifikowanej kadry i jej systematyczna asymilacja.

## Literatura

- Bartosiewicz M., Venetz J., Läubli S., et al., *Detritus hosted methanogenesis sustains the methane paradox in an alpine lake*. *Limnology and Oceanography* 2023, nr 68, s. 248–264.  
DOI: <https://doi.org/10.1002/lno.12263>



- Buarque F.D., Gallinaro M., Ruiz R., et al., *Vector boson scattering processes: Status and prospects*. Reviews in Physics 2022, nr 8, s. 100071.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.revip.2022.100071>
- Butterworth J., Heeck J., Jeon S.H., et al., *Testing the Scalar Triplet Solution to CDF's Fat W Problem at the LHC*. Physical Review D 2023, nr 107, s. 075020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevD.107.075020>
- Duwentäster P., Ježo T., Klasen M., et al., *Impact of Heavy Quark and Quarkonium Data on Nuclear Gluon PDFs*. Physical Review D 2022, nr 105, s. 114043.  
DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.105.114043>
- Ghosh M., Lenkiewicz A.M., Kaminska B., *The Interplay of Tumor Vessels and Immune Cells Affects Immunotherapy of Glioblastoma*. Biomedicines 2022, nr 10, s. 2292.  
DOI: 10.3390/biomedicines10092292
- Kalauni K., Vedrtnam A., Wdowin M., et al., *ZIF for CO<sub>2</sub> Capture: Structure, Mechanism, Optimization, and Modeling*. Processes 2022, nr 10 s. 2689.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/pr10122689>
- Latterini F., Dyderski M.K., Horodecki P., et al., *The Effects of Forest Operations and Silvicultural Treatments on Litter Decomposition Rate: a Meta-analysis*. Current Forestry Reports 2023, nr 9, s. 276–290.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s40725-023-00190-5>
- Latterini F., Jagodziński A.M., Horodecki P., et al., *The State of the Art of Forest Operations in Beech Stands of Europe and Western Asia*. Forests 2023, nr 14, s. 318.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/f14020318>
- Latterini F., Mederski P.S., Jaeger D., et al., *The Influence of Various Silvicultural Treatments and Forest Operations on Tree Species Biodiversity*. Current Forestry Reports 2023, nr 9, s. 59–71.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s40725-023-00179-0>
- Muzakka K.F., Duwentäster P., Hobbs T.J., et al., *Compatibility of Neutrino DIS Data and Its Impact on Nuclear PDFs*. Physical Review D 2022, nr 106, s. 074004.  
DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106:074004>
- Ruiz R., Costantini A., Maltoni F., et al., *The Effective Vector Boson Approximation in High-Energy Muon Collisions*, Journal of High Energy Physics 2022, nr 6, s. 114.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/JHEP06\(2022\)114](https://doi.org/10.1007/JHEP06(2022)114)
- Ruiz R., *Doubly Charged Higgs Boson Production at Hadron Colliders II: A Zee-Babu Case Study*. Journal of High Energy Physics 2022, nr 10 s. 200.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/JHEP10\(2022\)200](https://doi.org/10.1007/JHEP10(2022)200)
- Tikhonova O. *Approach to comprehensive analysis of bastion castle ensemble with historic gardens: novel combined strategy*. VITRUVIO – International Journal of Architectural Technology and Sustainability 2022, nr 7, s. 20–33.  
DOI: <https://doi.org/10.4995/vitruvio-ijats.2022.18821>
- Tikhonova O. *Comprehensive overview of remained bastion castles in Iviv region (Ukraine)*. Current Issues in Research, Conservation and Restoration of Historic Fortifications 2022, nr 17, s. 29-37. DOI: 10.23939/fortifications2022.17.029
- Verhaaren C.B., Alimena J., Bauer M., et al., *Searches for long-lived particles at the future FCC-ee*. Frontiers in Physics 2022, nr 10, s. 967881.  
DOI: <https://doi.org/10.3389/fphy.2022.967881>

*Projekt współfinansowany ze środków przeznaczonych na program finansowania badań naukowych i innowacji UE "Horyzont 2020" na podstawie umowy Nr 847639 o dofinansowanie działań "Marie Skłodowska-Curie" oraz ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki.*

### **Mobilność – o sukcesie PASIFIC, programie PAN**

Artykuł stanowi przegląd programu PASIFIC – Polish Academy of Sciences Innovations and Creativity, współfinansowanego przez Program Ramowy Unii Europejskiej Horyzont 2020 w ramach działania Marii Skłodowskiej-Curie COFUND i ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki. Znalazły się w nim: wykaz dyscyplin naukowych wyłonionych projektów badawczych, opis wybranych naukowców i prowadzonych przez nich prac, podejmowanych działań networkingowych spajających społeczność PASIFIC, oferowanych szkoleń, subiektywne spojrzenie naszych naukowców nt. realizacji programu oraz to, co może narodzić się w przyszłości.

**Słowa kluczowe:** PASIFIC, MSCA, program stypendialny, przegląd, nauka

### **Mobility – PASIFIC success story, the programme of the Polish Academy of Sciences**

This article provides an overview of the PASIFIC programme – Polish Academy of Sciences Innovations and Creativity. It is co-funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie-Skłodowska Curie Actions and the Ministry of Education and Science. It comprises a list of scientific disciplines of the awarded research projects, descriptions of the selected scientists and their work, networking activities bonding the PASIFIC community, offered trainings, a subjective perspective of our scientists on the implementation of the programme and what might come in the future.

**Key words:** PASIFIC, MSCA, fellowship programme, overview, science